

ка по 6 минут. Через 6 минут от начала электролиза на электрод подавали новый импульс тока, равный начальному, при этом наблюдали сдвиг потенциала в область более отрицательных значений, затем перенапряжение постепенно снижалось. По истечению 6 минут от второго импульса тока снова на электрод подавали ток, равный начальной плотности тока, и так далее. Результаты обработки видеозаписи и хронопотенциограмм позволили установить следующие закономерности: в момент включения нового импульса тока потенциал электрода сдвигается в область более отрицательных значений, затем снижается; в момент переключения тока диаметр электрода с осадком начинает резко изменяться, более интенсивно происходит процесс совместного с металлом восстановления водорода. Структуру дендритного осадка, получаемого в ходе гальваностатического электролиза, определяли по модели гальваностатического электролиза [1]. Установлено, что изменение токовой нагрузки в ходе электролиза приводит к образованию более равномерных по структуре частиц.

1. Останина Т.Н., Мурашова И.Б., Кузьмина Е.Е. Динамика роста дендритных осадков свинца на цилиндрических электродах // Электрохимия. 1996. Т. 32, № 11. С. 1329–1333.

КОМПОЗИТНЫЙ ЭФФЕКТ В СИСТЕМЕ $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5$ – $\text{Ba}_2\text{InNbO}_6$: ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ И/ИЛИ ОБРАЗОВАНИЯ ЭВТЕКТИЧЕСКОЙ СМЕСИ

*Санникова А.А., Белова К.Г., Алябышева И.В.,
Кочетова Н.А., Анимица И.Е.*

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

В настоящее время одним из актуальных направлений химии твердого тела является поиск твердых электролитов с высокотемпературной протонной проводимостью, что обусловлено возможностью их практического использования в различных электрохимических устройствах (топливных элементах, газовых сенсорах и приборах дозированной подачи водородосодержащих газов).

В связи с этим интерес представляет сложный оксид $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5$, имеющий структуру браунмиллерита (производная от структуры перовскита), характеризующийся большим числом вакансий кислорода $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5[\text{V}_\text{O}^\text{s}]_1$, за счет которых во влажной атмосфере происходит поглощение молекул воды и появление протонных дефектов. Однако вы-

сокие значения проводимости достигаются для него при температурах выше 930°C, когда происходит переход от структуры браунмиллерита к структуре дефектного перовскита, сопровождающийся разупорядочением вакансий. Одним из способов стабилизации разупорядоченной структуры до более низких температур является введение инертной гетерогенной добавки, то есть создание на основе соединений композитных материалов. Данный метод широко применяется для низкотемпературных протонных твердых электролитов, однако для высокотемпературных протоников практически не описан.

Ранее полученные композиты в системе « $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5\text{--Ba}_2\text{InNbO}_6$ » показали отличные результаты – полученные значения электропроводности для композитов на 2-3 порядка величины превышали значения для фаз $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5$ и $\text{Ba}_2\text{InNbO}_6$. При этом в сухой атмосфере их проводимость не уступала стабилизированному оксиду циркония, а во влажной – была сопоставима с электропроводностями известных протонных проводников – допированных цератов бария и стронция. Было показано, что причиной этому является наличие композитного эффекта, как результат формирования особой микроструктуры, обусловленной наличием эвтектики – обработка таблеток для электрических измерений велась при 1400°C, что на 50°C превышает установленную температуру эвтектики (Тэвт.~1350°C). Однако механизм композитного эффекта не был установлен.

Целью работы стало изучение электропроводности образцов $(1-x)\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5 \cdot x\text{Ba}_2\text{InNbO}_6$ при малых значениях степени замещения ($x = 0.02, 0.05, 0.08$), а также при варьировании температуры спекания керамики относительно Тэвт. (1300°C-1350°C-1400°C). Синтез образцов проводился твердофазным методом, электрические свойства изучались с помощью метода электрохимического импеданса при варьировании температуры в сухой и влажной атмосфере.

Показано, что без обработки композитов выше Тэвт. эффект повышения проводимости не такой значимый, что подтверждает существенное влияние образования эвтектики на обнаруженный ранее композитный эффект. Однако уже небольшие добавки ($x < 0.10$) кубической фазы $\text{Ba}_2\text{InNbO}_6$ приводят к росту электропроводности композитов ~ на 0.5 порядка величины, что, вероятно, также вносит свой вклад в проявление композитного эффекта в системе « $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_5\text{--Ba}_2\text{InNbO}_6$ ».

Работа выполнена при финансовой поддержке УрФУ в рамках реализации Программы развития УрФУ для победителей конкурса «Молодые ученые УрФУ».